

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3922913 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 22 913.0
㉔ Anmeldetag: 12. 7. 89
㉕ Offenlegungstag: 17. 1. 91

⑤ Int. Cl. 5:
B 23 H 3/00
B 23 H 7/12
// B 23 H 7/26,
G 01 N 1/04

DE 3922913 A1

㉑ Anmelder:

Predpriatie »DALTECHENERGO«
Proizvodstvennogo ob»edinenija po naladke,
soveršenstvovaniju tehnologii i ekspluatácii
elektrostantsij i setej »SOJUZTECHENERGO«,
Vladivostok, SU

㉒ Vertreter:

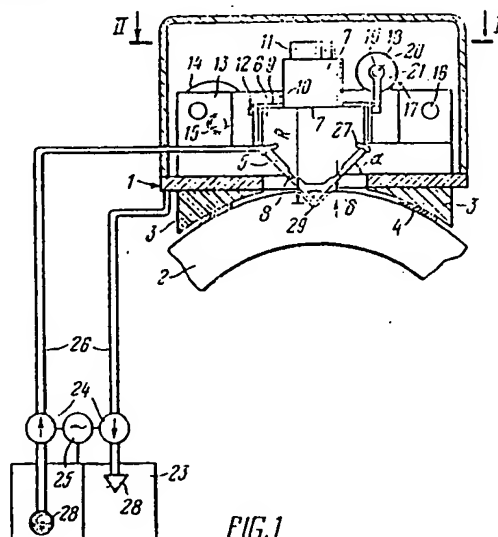
Nix, F., Dipl.-Ing. Dr.jur., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

㉓ Erfinder:

Cymbal, Valeryj Dmitrievič; Černyšev, Vladimir
Gavrilovič; Žuravlev, Michail Gennad
evič; Morozov, Oleg Konstantinovič, Vladivostok,
SU; Tuljakov, Georgyj Anatol'evič, Moskau/Moskva,
SU; Strutynskij, Aleksandr Vladimirovič,
Vladivostok, SU

⑤4 Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche

Die Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche hat ein Gestell (1), das auf der Formfläche (2) befestigt wird, eine Arbeitseinheit aus zwei Elektroden (5) mit einem Antrieb zu deren Drehung. Die Elektroden (5) sind in Form von Scheiben ausgeführt, deren Achsen (8) unter einem Winkel zueinander liegen. Die Einrichtung enthält auch ein System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche (2), das einen Schlitten (13) mit einem Antrieb zur Horizontalbewegung des Schlittens (13) längs des Gestells (1), der am Gestell (1) angeordnet ist, aufweist, einen Mechanismus (17) zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit, der am Schlitten (13) angeordnet ist, und einen Antrieb zur Vertikalstellung der Arbeitseinheit, der am Schlitten (13) angeordnet ist. Auf der Welle (12) des Antriebs zur Vertikalstellung der Arbeitseinheit ist die Arbeitseinheit selbst angeordnet.



DE 3922913 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf die Metallbearbeitung durch Einwirkung elektrischen Stroms auf ein Werkstück unter Benutzung von Elektroden und betrifft insbesondere eine Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche.

Die Erfindung kann zur Kontrolle mechanischer Eigenschaften einer Mikrostruktur, z. B. der Strahlungsverödung des Metalls von Reaktorbehältern angewendet werden. Die Erfindung kann auch zur Entdeckung von Mikroporen und -rissen des Metalls bei der Einschätzung des Zustandes und der Lebensdauer von Baugruppen und Teilen in Wärme- und Kernkraftwerken, chemischen, petrochemischen und Eisenhüttenwerken sowie bei der Einschätzung des Zustandes von in Fahrzeugantriebsanlagen eingesetzten Metallen und Legierungen verwendet werden.

Es ist eine Einrichtung zum elektrochemischen Stechen von Nuten geringer Breite (DE, C, 34 19 503) bekannt, die eine drahtförmige oder Stabelektrode enthält, bei der auf der Rückseite der Arbeitsstirn ein Element zusätzlich angeordnet ist, das längs der gesamten Arbeitslänge der Elektrode angebracht ist. Die Elektrode wird samt dem Element in ein zu bearbeitendes Werkstück eingetaucht. An die Elektrode wird eine Stromquelle angeschlossen, wobei der Elektrolyt in den Spalt eingeführt wird, der durch die Elektrode und durch das zu bearbeitende Werkstück gebildet wird, in dem das Nutzenstechen erfolgt. Der Elektrolyt fließt durch den Spalt und nimmt aus der Nut das gelöste Material des Werkstücks mit. Der Spalt bleibt also während des Nutzenstechens mit dem Elektrolyten gefüllt, und das gelöste Material wird mit dem Elektrolyten aus dem Spalt herausgeführt. Die genannte Einrichtung sichert kein Stechen einer Nut mit über deren Gesamtlänge gleichen Maßen, was zu einer niedrigen Leistung der Einrichtung führt. Mit der genannten Einrichtung ist es nicht möglich, Formflächen mit einem großen Krümmungsradius Proben dreieckigen Querschnitts zu entnehmen.

Es ist auch eine Funkenerosivschneidvorrichtung (FR, B, 23 71 997) bekannt, die eine Elektrode, als welche eine dünne Scheibe aus isolationsfreier Kupfer-Wolfram-Legierung zum Einsatz gelangt, einen Antrieb zum Drehen der Elektrode und ein System für deren Vorschub zu der zu bearbeitenden Fläche, eine Vorrichtung zur Stromversorgung der Elektrode enthält. Der Elektrolyt, der der Arbeitsstirn der Elektrode zugeleitet wird, dient zugleich als Kühlflüssigkeit. Der konzentriertes Natriumnitrat darstellende Elektrolyt wird in einer beträchtlichen Menge, jedoch unter geringem Druck der sich in der Schnittebene bewegenden Drehelektrode zugeleitet. Die erwähnte Einrichtung gestattet es, eine Nut nur mit einem rechteckigen Querschnitt mit Oberflächenänderungen der Metallstruktur zu stechen, und erlaubt es nicht, eine für eine Untersuchung sichere Entnahme einer Probe dreieckigen Querschnitts durchzuführen, d. h. einer Probe, die eine ausreichende Masse zur Messung der Metalldichte, eine erforderliche Querschnittsfläche zur Berechnung der Zahl der Mikroporen usw. aufweist.

Es ist eine Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche (SU, A, 2 60 786) bekannt, die ein Gestell, eine mit diesem verbundene Arbeitseinheit, die zwei Elektroden darstellt, die auf einem Antrieb zu deren Drehen seitens der Formfläche befestigt sind, wobei jede der Elektroden in Form einer Scheibe ausgeführt ist und deren Achsen unter einem Winkel zueinander liegen, und ein System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche mit einem Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit enthält. Die Elektroden werden durch einen Elektromotor in Umdrehung versetzt. Das zu bearbeitende Werkstück wird am Gestell befestigt, und durch den Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit wird die Tiefe der zu stechenden Nut eingestellt. Nach Einschalten des Systems zur Zuführung des Elektrolyten zu den Drehelektroden und für deren Stromversorgung von einer Stromquelle werden die Elektroden längs des zu bearbeitenden Werkstücks bewegt, wodurch das Nutstechen verwirklicht wird.

Bei der genannten Einrichtung ist keine Entnahme einer Probe dreieckigen Querschnitts bei der Arbeit der zwei Elektroden vorgesehen, denn die Elektroden schneiden einander mit den profilierten Teilen in der gesamten Eindringtiefe im Werkstück und können nur eine Nut stechen und keine Probe dreieckigen Querschnitts ausschneiden. Die genannte Einrichtung weist eine niedrige Leistung auf, weil bei der Bearbeitung der Formfläche durch diese keine Schwingbewegung der Elektroden vorgesehen ist und daher für das Eindringen der Elektroden in die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks auf vorgegebene Tiefe viel Zeit aufgewendet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche mit solch einer konstruktiven Ausführung zu schaffen, die es gestattet, ein Eintauchen der Elektroden durch deren Schwingbewegung bezüglich einer zu der zu bearbeitenden Formfläche parallel verlaufenden Achse zu gewährleisten und Proben dreieckigen Querschnitts zu entnehmen sowie die Arbeitsleistung der Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung der Formfläche zu steigern.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in der Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche aus ein Gestell, eine mit diesem verbundene Arbeitseinheit aus zwei Elektroden, die auf einem Antrieb zu deren Drehen seitens der Formfläche befestigt sind, wobei jede der Elektroden in Form einer Scheibe ausgeführt ist und deren Achsen unter einem Winkel zueinander liegen, ein System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche mit einem Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit enthält, gemäß der Erfindung das System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche einen Schlitten mit einem Antrieb zur Horizontalbewegung des Schlittens längs des Gestells, der an dem auf der Formfläche befestigten Gestell angeordnet ist, und einen am Schlitten angeordneten Mechanismus zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit aufweist, wobei der Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit auch am Schlitten angeordnet und die Arbeitseinheit auf der Welle des Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit befestigt ist.

Die Ausstattung des Systems zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche der Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche mit dem Schlitten mit dem Antrieb zu dessen Horizontalbewegung längs des Gestells und das Vorhandensein des Mechanismus zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit im System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche sorgen für eine Schwingbewegung der Elektroden

bezüglich der zu der zu bearbeitenden Fläche parallel verlaufenden Achse, für deren Eintauchen in die zu bearbeitende Formfläche und für ein Ausschneiden einer Probe dreieckigen Querschnitts mit vorgegebener Länge durch die Elektroden der auf der Welle des am Schlitten angeordneten Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit befestigten Arbeitseinheit sowie für eine Leistungssteigerung der Einrichtung.

Es ist möglich, den Mechanismus zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit in Form eines Elektromotors mit einem Untersetzungsgetriebe auszuführen, das über eine Welle und einen Stößel mit einem Hebel verbunden ist, der mit der Welle des Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit gekoppelt ist. Der derart aufgeführte Mechanismus zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit gestattet es, die Elektroden durch deren Schwingbewegung in die zu bearbeitende Fläche eintauchen zu lassen und sie nach dem Ausschneiden der Probe dreieckigen Querschnitts auszuheben, wobei für die Entnahme der Probe dreieckigen Querschnitts weniger Zeit als bei der Probenahme durch die Einrichtung ohne Mechanismus zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit aufgewendet wird.

Es ist zweckmäßig, daß die Scheibe jeder Elektrode eine Tellerform aufweist, wobei der in die Formfläche eintauchende Teil der Scheibe bezüglich der Scheibenfläche um einen Winkel γ abgebogen ist, der nach der Formel

$$\gamma = \alpha - \arctg \left\{ \frac{R - \sqrt{r^2 - (r - \delta/\sin \alpha)^2 + (R - \delta)^2/\tan^2 \alpha}}{\delta} \right\}$$

ermittelt wird, worin

α — der Neigungswinkel der Scheibe bezüglich der Horizontalebene der Bearbeitung der Formfläche,

r — der Abstand von der Achse der Scheibe bis zu deren Arbeitsstirn

R — der Radius des durch die Arbeitsstirn der Scheibe bei der Schwingbewegung der Arbeitseinheit beschriebenen Kreises,

δ — die vorgegebene Eindringtiefe der Scheibe in der Formfläche

sind, während die Elektroden auf dem Antrieb zum Elektrodendrehen mit den abgebogenen Scheibenteilen einander zugekehrt angeordnet sind. Dadurch ergibt sich bei der Elektrodenbewegung auf einer zusammengesetzten Bewegungsbahn eine minimale Schnittbreite, wird weniger Zeit für die Probenahme aufgewendet, und die entnommene Probe weist minimale Abmessungen auf.

Es ist möglich, die Elektroden mit der Möglichkeit einer Änderung der Intensität der Zusammenwirkung ihrer Seiten- und Stirnflächen mit der Formfläche auszuführen. Die Möglichkeit der Änderung der Intensität der Zusammenwirkung der Seiten- und Stirnflächen der Elektroden mit der Formfläche gestattet es, die vorgegebene Tiefe der Probenahme bei Benutzung der in Scheibenform ausgeführten Elektroden dank dem Stromdurchfluß beim Eintauchen der Elektroden nicht nur durch deren Arbeitsstirn, sondern auch durch deren Seitenfläche schneller zu erreichen.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche erlaubt es, eine Metallprobe zu nehmen, die im Schnitt eine Dreiecksform aufweist. Die Probe dreieckigen Querschnitts ist zur Entnahme einer Probe mit einer maximalen Metallmenge zur Untersuchung optimal.

Die erfindungsgemäße Einrichtung gestattet es, eine Probe für weitere Untersuchungen zu entnehmen, wobei die zu bearbeitende Baugruppe für den weiteren Betrieb brauchbar bleibt.

Die Einrichtung macht es möglich, Metallproben von einer beliebigen Oberfläche der zu bearbeitenden Baugruppen zu entnehmen. Nach der Dicke kann die Probe von einigen Zehnteln bis zu über zehn Millimeter betragen. Dementsprechend kann die Probe nach dem Gewicht von einigen Zehnteln bis zu einigen zehn Gramm ausmachen. Bei der Probenahme geschehen keine Oberflächenverformung des Metalls der Probe und der zu bearbeitenden Baugruppe sowie keine Strukturänderungen, die Probe stellt also ein genaues Analogon der Oberflächenschicht des Metalls der zu bearbeitenden Baugruppen dar, von der sämtliche Zerstörungen bei Betrieb der letzteren beginnen.

Die vorliegende Erfindung gestattet es, die für die Probenahme aufgewendete Zeit gegenüber der zur Erhaltung eines Abdrucks, d. h. einer Nachbildung der Struktur der Oberflächenschicht des Metalls, aufgewendeten Zeit um ein Vielfaches zu verringern. Die vorliegende Erfindung erlaubt es also, den Arbeitsaufwand für den Vorgang der Erhaltung der Proben gegenüber dem Verfahren zur Erhaltung der Abdrücke zu reduzieren. Die genannte Erfindung erhöht auch die Qualität der Diagnostizierung der zu bearbeitenden Baugruppe, da im Vorgang der Untersuchung das tatsächliche Metall und keine Nachbildung der Struktur seiner Oberflächenschicht ausgenutzt wird. Die vorliegende Erfindung gestattet es, durch Schwingbewegung der Elektroden bezüglich der zur Formfläche parallel verlaufenden Achse ein Eintauchen der Elektroden in die zu bearbeitende Oberfläche zu sichern und auf solche Weise eine Probe dreieckigen Querschnitts zu entnehmen und die Leistung der Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche zu erhöhen.

Die Erfindung soll nachstehend an einem konkreten Ausführungsbeispiel mit Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 eine Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche im teilweisen Querschnitt mit einem System für die Zuführung eines Elektrolyten;

Fig. 2 den Schnitt nach der II-II-Linie zu Fig. 1 der erfindungsgemäßen Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche;

Fig. 3 eine in Gestalt einer Tellerform aufweisenden Scheibe ausgeführte Elektrode im Querschnitt;

Fig. 4 einen Teil der Formfläche mit in diese eingetauchten Elektroden in Gestalt der die Tellerform aufwei-

senden Scheiben in einer Vergrößerung im Querschnitt.

Die Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche enthält ein Gestell 1 (Fig. 1), das auf der Formfläche 2 durch ein abnehmbares Gestell 3 mit Dichtungen 4 befestigt ist. Die Einrichtung weist auch eine mit dem Gestell 1 verbundene Arbeitseinheit mit zwei Elektroden 5 (Fig. 1, 2) und einem Antrieb zum Elektrodendrehen auf.

Der Antrieb zum Elektrodendrehen ist in Form eines Untersetzungsgetriebes 6 ausgeführt, das mit einem Elektromotor 7 und den Elektroden 5 verbunden ist. Jede Elektrode 5 ist in Form einer Scheibe ausgeführt, deren Achsen 8 in einem Winkel zueinander liegen. Die Einrichtung enthält ein System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche, das einen Antrieb für eine Vertikalzustellung der Arbeitseinheit aufweist, der in Form eines auf einer Platte 10 befestigten Bügels 9 (Fig. 1, 2) und eines Elektromotors 11 mit einem Untersetzungsgetriebe ausgeführt ist. Auf der Welle 12 des Antriebs für die Vertikalzustellung der Arbeitseinheit ist eben die Arbeitseinheit angeordnet. Das System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche enthält auch einen Schlitten 13 mit einem Antrieb zur Horizontalbewegung des Schlittens längs des Gestells, der auf dem Gestell 1 angeordnet ist. Der Antrieb zur Horizontalbewegung des Schlittens 13 stellt einen Elektromotor 14 mit einem Untersetzungsgetriebe dar, der mit einer Zugspindel 15 verbunden ist. Der Schlitten 13 ist auf Führungen 16 des Gestells 1 mit der Möglichkeit einer Verschiebung längs des Gestells 1 angeordnet. Das System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche enthält auch einen Mechanismus 17 zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit, der auf dem Schlitten 13 angeordnet ist. Der Mechanismus 17 zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit ist in Form eines Elektromotors 18 mit einem Untersetzungsgetriebe ausgeführt, der über eine Welle 19 und einen Stößel 20 mit einem Hebel 21 verbunden ist. Der Hebel 21 ist mit der Welle 12 des Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit gekoppelt. Der Mechanismus 17 zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit kann in Form eines Elektromotors mit einem Untersetzungsgetriebe ausgeführt werden, das über ein Zahnrad mit einer Stange verbunden ist, die auf der Arbeitseinheit (in Fig. nicht gezeigt) befestigt ist.

Auf dem Gestell 1 (Fig. 1) ist ein hermetisch abschließender Mantel 22 befestigt. Das System für die Zuführung des Elektrolyten weist einen Behälter 23, zwei Pumpen 24 auf, die mit einem Elektromotor 25 und mit Schläuchen 26 verbunden sind. Der eine Schlauch 26 ist an Düsen 27 angeschlossen und für die Zuführung des Elektrolyten bestimmt, während der andere Schlauch 26 an eine Öffnung im Gestell 1 angeschlossen und zur Abführung des Elektrolyten von den Elektroden 5 vorgesehen ist.

An den Enden der an den Behälter 23 angeschlossenen Schläuche 26 sind Filter 28 vorhanden, die zum Abfangen schwebender Teilchen des gelösten Metalls bestimmt sind. Die Achsen 8 der Elektroden 5 liegen unter einem Winkel zueinander so, daß beim Eintauchen der Elektroden 5 in die Formfläche 2 eine Probe 29 dreieckigen Querschnitts ausgeschnitten wird.

In Fig. 1 sind bezeichnet:

mit α der Neigungswinkel der Scheibe bezüglich der Horizontalebene der Bearbeitung der Formfläche 2, mit δ die vorgegebene Eindringtiefe in der Formfläche 2, mit R der Radius des auch die Arbeitsstirn der Scheibe bei der Schwingbewegung der Arbeitseinheit beschriebenen Kreises.

Der Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit ist aus dem Schlitten 13 (Fig. 2) angeordnet. Die Achse, um die die Schwingbewegung der Elektroden ausgeführt wird, fällt mit der Achse der Welle 12 zusammen. Es ist eine Ausführungsform von Elektroden 30 (Fig. 3) bekannt, wo die Scheibe jeder Elektrode 30 eine Tellerform aufweist. Der in die Formfläche 2 (Fig. 4) eintauchende Teil der Scheibe ist in Bezug auf die Scheibenfläche um einen Winkel γ (Fig. 3) abgelenkt, der nach der Formel:

$$\gamma = \alpha - \arctg \left\{ \frac{R - \sqrt{r^2 - (r - \delta/\sin \alpha)^2} + (R - \delta)^2/\tan \alpha}{\delta} \right\} \quad (1)$$

ermittelt wird, worin

α (Fig. 1) der Neigungswinkel der Scheibe bezüglich der Horizontalebene der Bearbeitung der Formfläche 2,

r (Fig. 3) der Abstand von der Achse 8 der Scheibe bis zu deren Arbeitsstirn,

R (Fig. 1) der Radius des von der Arbeitsstirn der Scheibe bei der Schwingbewegung der Arbeitseinheit beschriebenen Kreises und

δ die vorgegebene Eindringtiefe der Scheibe in der Formfläche 2

sind.

Im vorliegenden Fall ist $\alpha = 45^\circ$, $r = 25$ mm, $R = 60$ mm, $\delta = 2$ mm, wobei der Winkel γ (Fig. 3) gleich $21,8^\circ$ ist. Es ist zweckmäßig, die Elektroden 30 derartiger Form bei einer Entnahme von Proben 29 (Fig. 4) minimaler Größe zu verwenden.

In Fig. 3 ist mit d der Durchmesser der Wellenbohrung der Elektrode 30 bezeichnet.

Der Optimalwert des Winkels γ bewegt sich in Grenzen von 18 bis 40° . Bei den Werten des Winkels γ unterhalb von 18° wird viel Metall gelöst, die Schnittbreite nimmt zu und die für die Entnahme der Probe 29 (Fig. 4) aufgewendete Zeit nimmt zu. Bei den Werten γ (Fig. 3) oberhalb von 40° nimmt die Drehgeschwindigkeit der Elektroden 30 wegen der Zunahme der Reibungskräfte in der einzustechenden Nut beträchtlich ab, und die für die Entnahme der Probe 29 (Fig. 4) aufgewendete Zeit nimmt also zu. In Fig. 4 ist im vergrößerten Maßstab ein Teil der Formfläche 2 mit den in diese eingetauchten Elektroden 30 in Gestalt der die Tellerform aufweisenden Scheiben dargestellt. Die Probe 29 weist im Schnitt eine Dreiecksform auf. Beim maximalen Eintauchen dringen die Elektroden 30 in die Formfläche 2 auf eine Tiefe von δ ein. Die Elektroden 30 sind mit ihren abgelenkten Teilen einander zugewandt angeordnet, um die Probe 29 dreieckigen Querschnitts zu

erzeugen und abzutrennen.

Die Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche arbeitet wie folgt. Es wird ein abnehmbares Gestell 3 (Fig. 1) mit einer Flächenkrümmung gewählt, die der Krümmung der Formfläche 2 entspricht. Dann wird das Gestell mittels des abnehmbaren Gestells 3 auf der Formfläche 2 befestigt. Die elektrochemische Bearbeitung der Formfläche 2 erfolgt, um eine verformungsfreie Probe 29 zu bekommen. Vor Beginn der Bearbeitung werden durch ein Programmiergerät (in Fig. nicht gezeigt) die Abmessungen der zu entnehmenden Probe 29 vorgegeben. Als Programmiergerät können an und für sich bekannte Steuerrechner eingesetzt werden. Zur Vorgabe der Maße der zu entnehmenden Probe 29 werden die Schnittkanten der Elektroden 5 in Berührung mit der zu bearbeitenden Formfläche 2 gebracht, worauf die Elektroden 5 in die rechte Endstellung abgeführt werden. Dem Elektromotor 11 wird die Spannung von einem Stromversorgungsteil der Einrichtung (in Fig. nicht angedeutet) zugeführt, wobei auf die Formfläche 2 der über die Platte 10 mit dem Untersetzungsgetriebe des Elektromotors 11 verbundene Bügel 9 und die Welle 12 des Antriebs zur Vertikalzustellung, an der die Arbeitseinheit befestigt wird, abgesenkt werden. Die Elektroden 5 werden derart angeordnet, daß sie in die Formfläche 2 um eine Tiefe von δ eingetaucht werden. Der Elektromotor 11 wird abgeschaltet. Danach wird den Elektroden 5 über den Schlauch 26 und die Düsen 27 der Elektrolyt zugeleitet. Dann wird auf den Elektromotor 7 vom Stromversorgungsteil eine Spannung gegeben, und über das Untersetzungsgetriebe werden die Elektroden 5 in Drehung versetzt. Die Spannung wird auch an den Elektromotor 18 angelegt, wobei die Welle 19 zu rotieren anfängt und den Stößel 20 einzieht, der den mit der Welle 12 gekoppelten Hebel 21 verschiebt. Die Welle 12 beginnt sich zu drehen, wobei sie die auf dieser angeordnete Arbeitseinheit mit den Elektroden 5 rotieren läßt. Hierbei wird den Elektroden 5 eine Schwingbewegung mitgeteilt, und die Elektroden 5 treten in Wechselwirkung mit der zu bearbeitenden Fläche 2, tauchen in diese Formfläche 2 um eine Tiefe von δ ein, und die Arbeitseinheit kommt in eine auf der zu bearbeitenden Formfläche 2 senkrecht stehende Ebene zu liegen. Nachher wird der Elektromotor 18 abgeschaltet. Dann wird die Spannung auf den Elektromotor 14 geliefert, die Zugspindel 15 beginnt zu rotieren und den Schlitten 13 zu bewegen. Der Schlitten 13 sorgt, indem er die Arbeitseinheit um einen vorgegebenen Abstand verschiebt, für ein Ausschneiden der Probe 29 vorgegebener Größe mit einem konstanten Querschnitt durch die Elektroden 5. Der Elektromotor 14 (Fig. 1, 2) wird abgeschaltet.

Mit Hilfe eines Magneten (in Fig. nicht gezeigt) oder mit beliebigen anderen Verfahren (EV. Myslovskii "Promyshlennye roboty v proizvodstve radioelektronnoi apparatury" (Industrieroboter in der Herstellung funkelektronischer Geräte), 1988, Verlag "Radio i svyaz" (Moskau), S. 115 bis 119) wird die Probe 29 (Fig. 1) mitgenommen. Dann wird die Spannung auf den Elektromotor 18 gegeben, die Welle 19 beginnt zu rotieren, wobei der Stößel 20 eingezogen wird, der den mit der Welle 12 verbundenen Hebel 21 verschiebt. Die Welle 12 fängt an, sich zu drehen, wodurch die Arbeitseinheit mit den Elektroden 5 verschwenkt wird, bis die Elektroden 5 die zu bearbeitende Formfläche 2 verlassen haben. Es hören die Zuströmung des Elektrolyten und die Stromversorgung der Elektroden 5 auf. Die genannte Einrichtung wird von der Formfläche 2 abgehoben und die Probe 29 untersucht. Das Eindringen der Elektroden 5 auf eine vorgegebene Tiefe δ und deren Ausheben aus der Formfläche 2 durch deren Schwingbewegung gestattet es, eine Probe 29 dreieckigen Querschnitts zu bekommen und die Schnittleistung zu steigern. Bei der Erhaltung der Probe 29 dreieckigen Querschnitts mit Mindestmaßen ist es vorteilhaft, die Elektroden 30 (Fig. 3) in Gestalt von tellerförmigen Scheiben zu fertigen. Hierbei kann die Probe 29 (Fig. 4) auch ohne Horizontalbewegung des Schlittens 13 (Fig. 1) ausgeschnitten werden. Dabei ist die Arbeitsweise der Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche mit den Elektroden 30 (Fig. 3) ähnlich der der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung mit den Elektroden 5, die in Scheibenform hergestellt sind. Bei der Bewegung der Elektroden 30 ergibt sich eine minimale Schnittbreite, wird weniger Zeit für die Entnahme der Probe 29 (Fig. 4) aufgewendet, und die erhaltene Probe 29 weist Mindestmaße und eine Dreiecksform im Schnitt auf. Die genannte Einrichtung mit den Elektroden 30 (Fig. 3) besitzt auch eine höhere Leistungsfähigkeit.

Bei der Ausführung der Elektroden 5 (Fig. 1) mit der Möglichkeit einer Änderung der Intensität der Zusammenwirkung ihrer Seiten- und Stirnflächen mit der Formfläche 2 ist ebenfalls eine Leistungssteigerung zu verzeichnen. Hierbei wird an den Elektromotor 11, um die für das Eintauchen der Elektroden 5 um die Tiefe δ aufgewendete Zeit zu verringern, eine Zusatzspannung angelegt, und die Elektroden 5 tauchen wegen ihrer Schwingbewegung und Bewegung in der auf der zu bearbeitenden Fläche 2 senkrecht stehenden Ebene ein.

Die vorliegende Erfindung gestattet es also, die Elektroden 5 (Fig. 1) und 30 (Fig. 3) durch deren Schwingbewegung bezüglich der zu der zu bearbeitenden Formfläche 2 parallel verlaufenden Achse eintauchen zu lassen, eine Probe 29 (Fig. 1, 4) dreieckigen Querschnitts zu entnehmen und die Leistung zu steigern.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche, die

- ein Gestell (1)
- eine mit diesem verbundene Arbeitseinheit mit zwei Elektroden (5, 30) und einem Antrieb zu deren Drehen, wobei
- jede der Elektroden (5, 30) in Form einer Scheibe ausgeführt ist und deren Achsen (8) unter einem Winkel zueinander liegen, und
- ein System zum ~~Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche (2)~~ mit einem Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit aufweist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das System zum Vorschub der Arbeitseinheit zur Formfläche (2)
- einen Schlitten (13) mit einem Antrieb zur Horizontalbewegung des Schlittens (13) längs des

Gestells (1), der an dem auf der Formfläche (2) befestigten Gestell (1) angeordnet ist, und
 — einen am Schlitten (13) angeordneten Mechanismus (17) zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit aufweist, wobei
 — der Antrieb zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit auch am Schlitten (13) angeordnet und
 — die Arbeitseinheit auf der Welle (12) des Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit befestigt ist.

2. Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

— der Mechanismus (17) zur Schwingbewegung der Arbeitseinheit in Form eines Elektromotors (18) mit einem Untersetzungsgetriebe ausgeführt ist, das über eine Welle (19) und einen Stößel (20) mit einem Hebel (21) verbunden ist, der mit der Welle (12) des Antriebs zur Vertikalzustellung der Arbeitseinheit gekoppelt ist.

3. Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

— die Scheibe jeder Elektrode (5) eine Tellerform aufweist, wobei
 — der in die Formfläche (2) eintauchende Teil der Scheibe bezüglich der Scheibenfläche um einen Winkel γ abgebogen ist, der nach der Formel

$$\gamma = \alpha - \arctg \left\{ \frac{R - \sqrt{r^2 - (r - \delta/\sin \alpha)^2} + (R - \delta)/\lg \alpha}{\delta} \right\}$$

ermittelt wird, worin

α — der Neigungswinkel der Scheibe bezüglich der Horizontalebene der Bearbeitung der Formfläche (2),

r — der Abstand von der Achse (8) der Scheibe bis zu deren Arbeitsstirn

R — der Radius des durch die Arbeitsstirn der Scheibe bei der Schwingbewegung der Arbeitseinheit beschriebenen Kreises,

δ — die vorgegebene Eindringtiefe der Scheibe in der Formfläche (2) bedeuten und

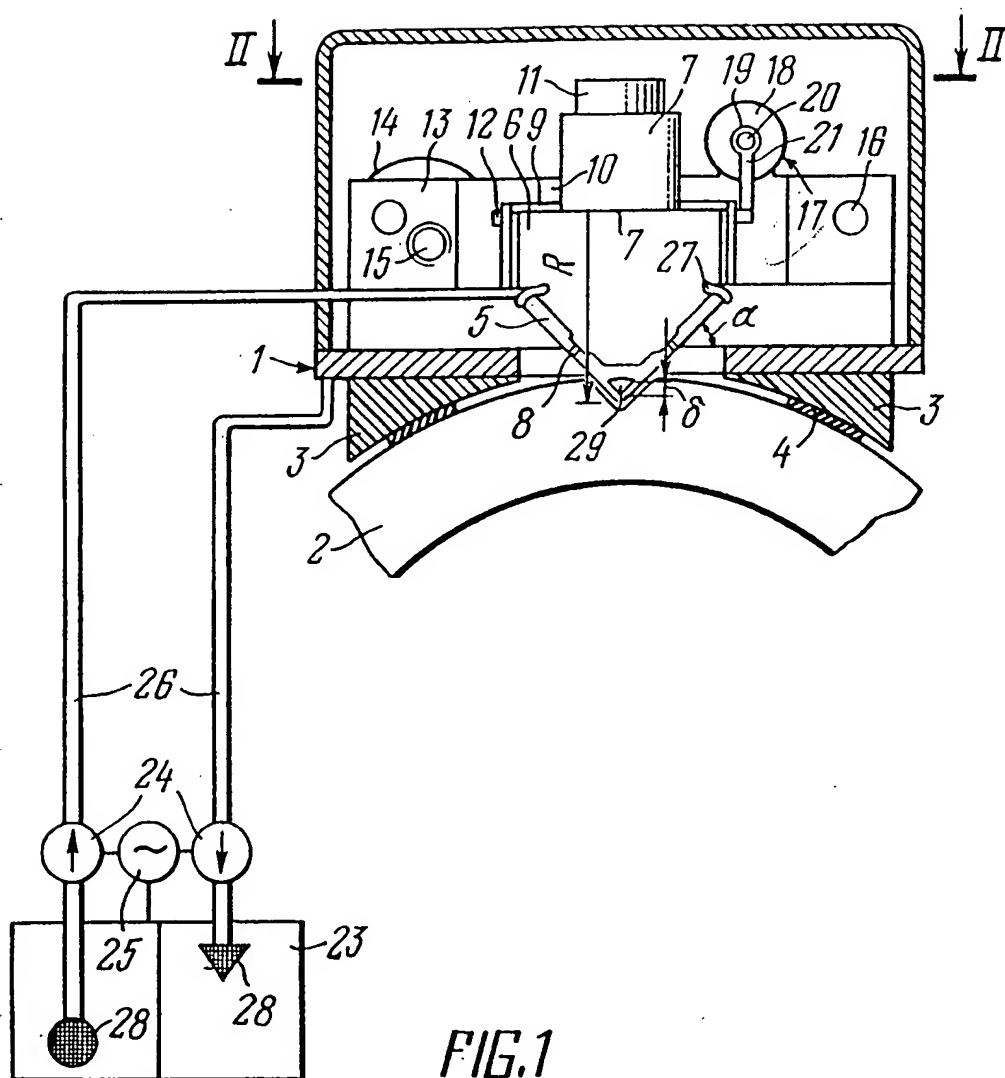
— die Elektroden (5) auf dem Antrieb zum Elektrodendrehen mit den abgebogenen Scheibenteilen einander zugekehrt angeordnet sind

4. Einrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung einer Formfläche nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

— die Elektroden (5) mit der Möglichkeit einer Änderung der Intensität der Zusammenwirkung ihrer Seiten- und Stirnflächen mit der Formfläche (2) ausgeführt sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



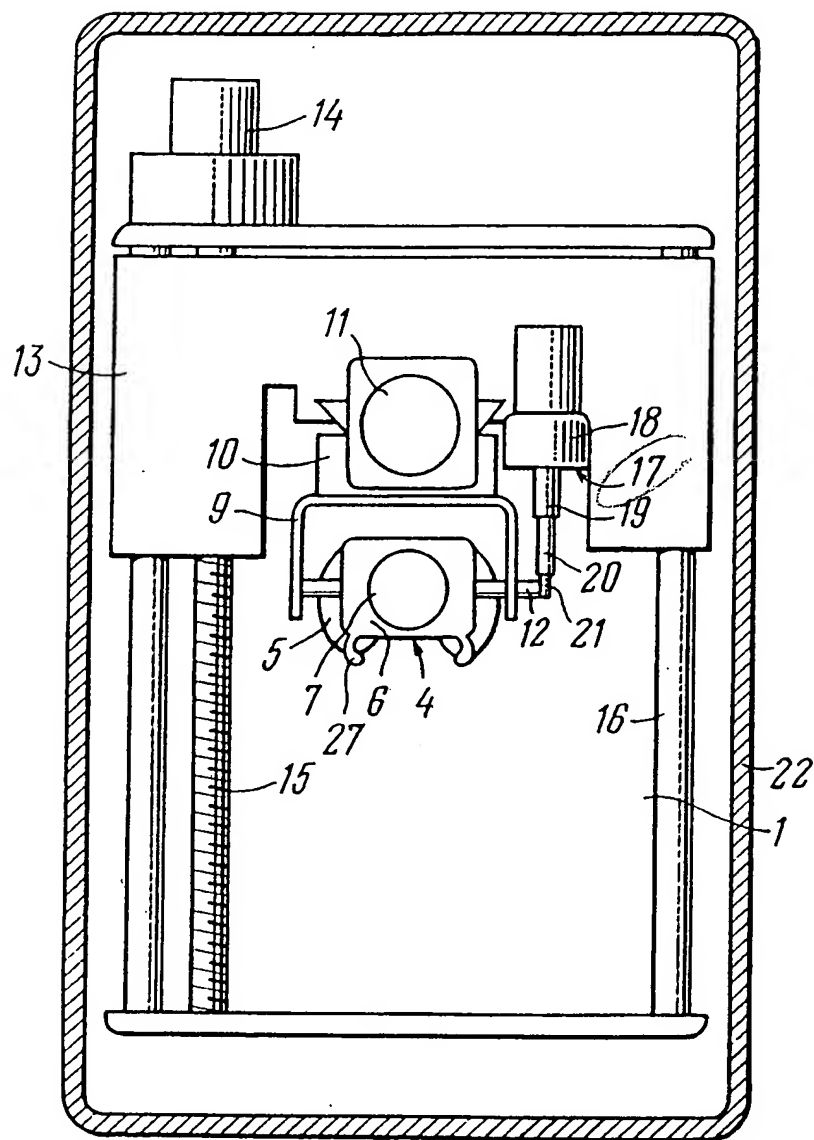


FIG. 2

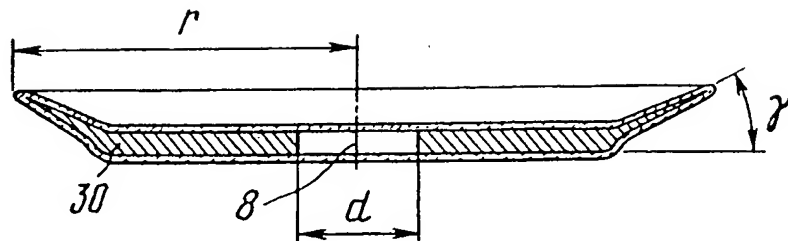


FIG. 3

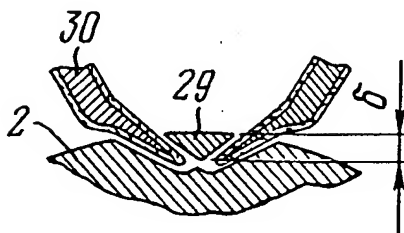


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.